



TITLE:

# 京都大学北海道演習林におけるヤチダモの育林学的研究 第VIII報:人工造林地土壌の理化学的組成と生長量について

AUTHOR(S):

中江, 篤記; 辰巳, 修三

---

CITATION:

中江, 篤記 ...[et al]. 京都大学北海道演習林におけるヤチダモの育林学的研究 第VIII報: 人工造林地土壌の理化学的組成と生長量について. 京都大学農学部演習林報告 1964, 35: 157-176

ISSUE DATE:

1964-02-15

URL:

<http://hdl.handle.net/2433/191378>

RIGHT:

# 京都大学北海道演習林におけるヤチダモの育林学的研究

## 第 VIII 報

### 人工造林地土壌の理化学的組成と生長量について

中 江 篤 記・辰 巳 修 三

Atsunori NAKAE and Shuzo TATUMI

The Silvicultural Studies on Yachidamo in the  
Kyoto University Forest in Hokkaido No. VIII  
Relation between the Physical and Chemical  
Properties of Soil and Growth of Yachidamos  
in the Artificial Forest.

#### 目 次

I はじめに .....	157	VI 土壌の化学性と生長量について .....	166
II 調査地の概況 .....	157	VII 微気象と生長量について .....	168
III 調査目的並びに調査方法 .....	158	VIII 摘 要 .....	170
IV 斜面別および山腹位置別にみた生長量 .....	159	参 考 文 献 .....	170
V 土壌の理化学性と生長量について .....	159	Résumé .....	170

#### I は じ め に

さきの天然生ヤチダモ林の生長量調査においてヤチダモが方位、あるいは山腹斜面の位置によって生長に差のあることが判明した。すなわち斜面では東北、山腹位置では沢の上部、峯通り下に生長が良く、南西斜面、沢の下部、山腹中部では生長が不良になる傾向にあった。

筆者達はこのような立地上の特性を明らかにするために標茶郊外の塘路にあるヤチダモ造林地において、土壌および環境の両因子と関連づけた生長量調査を実施してきた。

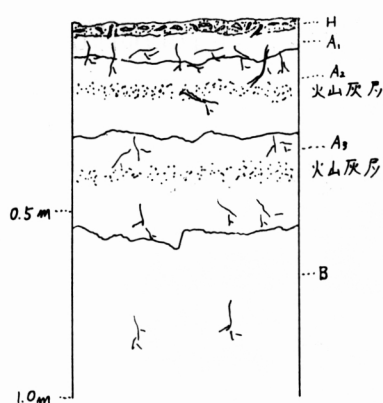
本報告は上述の目的により昭和 35 年、36 年の両年にわたっておこなった調査結果を括めたものである。もちろん調査地が小地区に限られたためにこれらの結果が直ちにヤチダモの立地上の特性を表わすものと即断することは許されないが、今までの調査結果と照合してヤチダモの育林技術に何らかの指向が与えられれば幸である。

本報告を終るにあたり調査に終始御協力頂いた越善武氏、菅原哲二氏、土壤実験に貴重な労力をさいていただいた吉田義和、大窪勝、合田好広の各氏に深甚の謝意を表するものである。

#### II 調 査 地 の 概 況

調査は北海道川上郡標茶町塘路 122 番地の釧路市有林地でおこなった。付近一帯はほとんどが無立木地帯であって、主として釧路市および地元農業協同組合によって分割所有され一部は開拓農家の農





第1図 土壌断面図  
Fig. 1. Soilprofil.

用地となっている。調査した造林地は地元の越善武氏によって造林されたものであって、造林樹種はカラマツ、トドマツ、ヤチダモ、シラカンバである。ヤチダモは数年前までの造林ブームによって相当面積(約 100 ha) 造林された模様であるが、ここ2, 3 年来は主としてカラマツの造林がおこなわれている。

造林地は塘路湖東北岸に沿って扇状に広がる地帯にあって、地形は一般に海拔高 60 m 前後、傾斜角  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$  のゆるやかな起伏に富む丘陵地である。土壌は火山灰性黒色土であって適度の水分を保持しその断面には第1図に示すように2層の火山灰層を含んでいて、一般に標茶演習林地土壌に類似している。

### III 調査目的並びに調査方法

#### 1. 調査の目的

斜面別および山腹位置別の生長量の変動を調べて、ヤチダモ造林木の立地上の特性を明らかにするとともに、これと並行して土壌調査および微気象の測定をおこなって、当該造林木の土地要求度および微気象に対する反応の度合を検討しようとしておこなったものである。

#### 2. 調査方法

昭和31年度植栽の造林地から調査目的を満たすための条件を具えた斜面を方位別に7カ所選んで調査地とした。調査地の方位、傾斜角、地表植生、面積などは第1表に示す如くである。

第1表 調査地の説明

Table 1. Explanation of investigated places.

Plot NO.	1	2	3	4	5	6	7
方位 Direction	N 69°E	N 42°E	N 20°E	S 5°W	N 30°E	N 9°E	N 60°W
傾斜 Slope	15°	5°	15°	15°	17°	17°	5°
面積 Area (ha)	0.07	0.02	0.12	0.05	0.03	0.03	0.10
植生 Plant vegetation	ミヤコザサ	ミヤコザサ	ミヤコザサ エゾイラクサ	ミヤコザサ	ミヤコザサ エゾイラクサ	ミヤコザサ エゾイラクサ	ミヤコザサ

造林地は峯から沢にしたがって2 mの等間隔で植栽されているので、峯を0 m地として以下2 m, 4 m, 6 m……と沢に向って根元直径、苗高を毎木調査した。これらの生長量はさらに峯を0として5 mごとに分画整理して一調査地全域の成長量を位置づけた。すなわち0 m, 2 m, 4 mは0~5 m区に、6 m, 8 m, 10 mは5~10 m区に、12 m, 14 mは10~15 m区……とした。

微気象は生育良好斜面とみられる第3調査地と、生育不良斜面とみられる第1調査地において温度および湿度について測定した。測定は昭和36年6月1日~7月31日に該当地の中腹斜面に、高さ1 mの位置で自記温度計および自記湿度計を固定しておこなった。この間の最高・最低温度、最高・最低湿度を示すと第2, 3図の如くである。

土壌調査は各調査地の平均の生長状態を示すものと思われる苗列を選んで峯から沢にかけて5 m間隔（斜面の長い所では10 m間隔）で深さ1 mの試験孔を掘っておこない、土壌断面を調べるとともに表層から3~9 cm, 12~18 cm, 27~33 cmの3カ所の土壌を採取して（採取円筒は100 cc容）理学的組成を調べた。さらに別に同一位置で採取した土壌について化学的組成を調べた。採取した土壌の調整および理学的組成の分析方法はすべて国有林林野土壌調査方法を採用したが化学組成については採取土壌を風乾後、全窒素：ケルダール法、炭素：チューリン簡易滴定法、置換酸度：大工原法、 $\frac{1}{5}$  N-HCl 可溶部分のうち  $P_2O_5$ ：モリブデン青比色法、 $K_2O$ ：尖光光度計法、CaO：修酸カルシウム容量法でそれぞれ分析定量した。

#### IV 斜面別および山腹位置別にみた生長量

斜面別の生長量をみると第1表、第2表からも明らかなように4調査地の南南西斜面でもっとも悪く、5、6調査地の東北および北斜面においてもっとも良好である。また3調査地においてもかなり良好な生長が認められる。しかし1、2、7調査地はそれぞれ北西および東北斜面であるにもかかわらず必ずしも良好であるとはいえない。試みにこれらの生長量について一様性の検定をおこなったところ付表1に示されるような結果が求められた。

峯から沢にかけての生長量の推移をみると（第2表）大体稜線から中腹斜面にかけて徐々に増加し、中腹斜面で急増して沢に至って急に減退する傾向にある。4調査地においては沢に達して急に増加するがこの斜面の沢はさらに南東の方向になだらかな勾配で下っているの、この影響が現われたものと考えられる。

筆者達は先のヤチダモ天然生林の生長量調査において斜面の方位、および山腹位置によって生長に差のあることを認めたが、この人工造林地の調査でもほぼ同様な傾向にあることがうかがわれた。

#### V 土壌の理学的性と生長量について

##### 1. 斜面別土壌の理学的性

本調査地における土壌断面形態は第3表に各斜面を代表すると思われるものを示したが、これによると各斜面ともに石礫、土性、構造、堅密度、水湿状態には大差がなかった。しかし黒色土層の厚さおよび根系の下限は斜面および山腹の位置によって差のあることが認められた（第4表）。すなわち黒色土層は5、6調査区では70~120 cmでもっとも厚く、4調査地は逆に35~90 cmと浅くなっており、根系の下限も5、6調査地で深く、4調査地で浅くなっている。これらの黒色土層下には各斜面とも暗褐色のB層が認められた。

代表的な土壌断面として第1図を掲げたがこれからも分るように、各斜面ともに表層下10~15 cmおよび30~40 cm付近にまばらな塊状の火山灰が認められるが、これは既報の如くに雌阿寒、摩周両火山系による堆積火山灰と推定できる。

斜面別土壌の理学的性は第5表に括めて掲載したが各斜面ともに組成上にかなりの差のあることが認められた。すなわち、6調査地では固体量および水分量が比較的少なく、空気量を多量に含む porous な土壌としての特性が現われているが逆に1、2調査地では固体量、水分量が多く空気量が少なくてやや compact な土壌としての特性が現われているようである。

本調査地を、土壌断面形態および理学的組成から概観すると水分量は適湿、やや湿の状態にあり、Bld型の土壌を有しているものと思われた。表層下3 cm~33 cmの土壌の理学的組成をみると12 cm~18 cmの層位に各斜面ともにやや compact な土壌層が現われており27 cm~33 cmでは比較的膨軟な土壌層となっていることが特色として挙げられる。

第5表の各組成について斜面別の分散分析をおこなって一様性の検定をおこなったところ、付表2のごとくになって各組成に有意の差のあるものが認められた。

第2表 調査地別の生長量

Table 2. The growth of height and diameter at near root in each plot

Plot NO.	1			2		
Distance from the top	樹高 height	本数 numerical trees	根元直径 diameter at near root	樹高 height	本数 numerical trees	根元直径 piameter at near root
m	cm		cm	cm		cm
0~5.0	×131.9±11.7	23	1.92±0.48	×152.0±42.0	17	2.03±0.67
5.1~10.0	×145.2±32.8	25	1.96±0.48	147.5±24.7	13	2.15±0.32
10.1~15.0	×149.7±37.6	23	2.12±0.50	×139.4±31.6	10	1.72±0.57
15.1~20.0	154.2±46.8	22	2.15±0.52	×189.3±39.8	12	2.46±0.57
20.1~25.0	179.2±45.7	17	2.51±0.53	△210.0±4.0	4	3.37±0.04
25.1~30.0	197.6±26.3	19	2.86±0.52			
30.1~35.0	189.2±41.6	15	2.42±0.69			
35.1~40.0	187.8±41.5	17	2.60±0.83			
40.1~45.0	192.0±35.9	8	2.42±0.24			
45.1~50.0	×133.5±23.0	9	2.28±0.58			
50.1~55.0						
55.1~60.0						
60.1~65.0						
65.1~70.0						
Plot NO.	3			4		
m	cm		cm	cm		cm
0~5.0	×134.1±24.9	36	1.76±0.49	×88.0±32.9	20	2.02±0.55
5.1~10.0	×158.9±40.1	37	2.12±0.71	100.2±31.1	14	2.35±0.45
10.1~15.0	174.2±24.3	32	2.47±0.49	128.6±17.3	11	2.54±0.30
15.1~20.0	196.9±44.4	46	2.63±0.78	×119.5±34.0	20	2.22±0.52
20.1~25.0	166.0±45.3	25	2.40±0.92	127.3±16.4	13	2.37±0.41
25.1~30.0	△203.8±31.1	40	2.41±0.84	×128.5±33.1	16	2.23±0.43
30.1~35.0	△202.0±58.1	27	2.37±0.81	124.8±32.7	12	2.36±0.58
35.1~40.0	△219.1±71.3	35	2.81±1.04	163.2±51.7	13	2.75±0.90
40.1~45.0	262.5±38.9	26	2.90±0.89	○260.6±51.7	6	3.10±0.88
45.1~50.0	255.7±41.2	28	2.84±0.79	△230.0±24.3	3	2.95±0.86
50.1~55.0	255.2±35.5	22	2.98±0.62			
55.1~60.0	○259.0±64.9	21	3.01±0.99			
60.1~65.0	○269.5±33.9	9	3.12±0.75			
65.1~70.0	176.0±92.6	6	2.71±0.86			
Plot NO.	5			6		
m	cm		cm	cm		cm
0~5.0	×152.0±16.9	4	2.10±0.11	△234.3±54.4	4	3.00±0.32
5.1~10.0	△215.6±53.7	22	2.79±0.93	232.3±55.3	4	3.15±0.96
10.1~15.0	243.2±54.4	18	3.23±0.98	△211.0±5.3	3	2.65±0.02
15.1~20.0	○259.5±71.9	13	3.17±0.93	243.8±65.2	6	3.50±0.35
20.1~25.0	○337.8±27.8	6	5.58±0.68	○338.5±34.9	4	4.61±0.38
25.1~30.0				○359.1±52.6	9	4.91±0.78
30.1~35.0				○234.0±47.1	8	2.82±0.66
35.1~40.0				○298.9±50.2	11	3.80±0.88
40.1~45.0				○249.3±21.1	4	2.66±0.28
Plot NO.	7					
m	cm		cm			
0~5.0	×74.8±28.2	29	1.31±0.40			
5.1~10.0	134.9±43.5	30	1.61±0.47			
10.1~15.0	154.8±37.8	20	1.73±0.55			
15.1~20.0	168.9±34.9	35	2.06±0.22			
20.1~25.0	186.2±33.9	21	2.17±0.47			
25.1~30.0	189.9±47.7	36	2.22±0.47			
30.1~35.0	199.8±34.0	22	2.16±0.34			
35.1~40.0	180.6±33.9	29	2.13±0.56			

注:

- 生育良好地 Best growth places  
 △ 生育普通地 Common growth places  
 × 生育不良地 Bad growth places

第3表 土 壤 断 面 形 態  
Table 3. Explanation of soil profile

Plot NO.	層 位 Horyzon	色 Colour	推移状態 Changing situation	土 性 Soil character	構 造 Soil structure	堅 密 度 Compactness	石 礫 Gravel	水湿状態 Moisture	根 系 Root system
1	A <sub>0</sub>	L. 3 cm							
	A <sub>1</sub>	黒褐色土 black brown	G	SiL	Cr	1		2	5
	A <sub>2</sub>	〃		SiL	Cr	2		2	4
	B	暗褐色土 dark brown	S	SL	M	3		3	1
2	A <sub>0</sub>	L. 2 cm							
	A <sub>1</sub>	黒褐色土 black brown	G	SiL	Cr	1		2	4
	A <sub>2</sub>	〃		SiL	Gr	3		2	3
	B	暗褐色土 dark brown	S	SL	M	3		3	1
3	A <sub>0</sub>	L. 3 cm							
	A <sub>1</sub>	黒褐色土 black brown	G	SiL	Gr	1~2		2	5
	A <sub>2</sub>	〃		SiL	Gr	2		2	4
	B	暗褐色土 dark brown	C	SL	M	3		3	1
4	A <sub>0</sub>	L. 3 cm							
	A <sub>1</sub>	黒色土 black	G	CL	Gr	2		2	5
	A <sub>2</sub>	〃		SiL	Gr	2		2	5
	B	褐色土 brown	C	SL	M	3		3	1
5	A <sub>0</sub>	L. 2 cm							
	A <sub>1</sub>	黒褐色土 black brown	G	CL	Cr	2		2	5
	A <sub>2</sub>	〃		SiL	Gr	2		2~3	4
	B	暗褐色土 dark brown	S	SL	M	3		3	1
6	A <sub>0</sub>	L. 3 cm							
	A <sub>1</sub>	黒褐色土 black brown	G	CL	Cr	1		2	5
	A <sub>2</sub>	〃		SiL	Gr	2		2	4
	B	暗褐色土 dark brown	S	SL	M	3		3	3
7	A <sub>0</sub>	L. 3 cm							
	A <sub>1</sub>	黒褐色土 black brown	G	SiL	Gr	2		2	4
	A <sub>2</sub>	〃		SiL	Gr	2		2	3
	B	暗褐色土 dark brown	C	SL	M	3		3	1

推移状態…S：明 C：判 G：漸 土性…CL：埴壤土 SiL：微砂質壤土 SL：砂壤土  
 構造…Gr：粒状構造 Cr：団粒状構造 M：壁状構造 堅密度…1：しょう 2：軟 3：堅  
 水湿状態…2：潤 3：湿 根 系…1：稀 2：少 3：中庸 4：多 5：すこぶる多

第4表 土壌層の深さおよび根系の分布状態  
Table 4. Depth of horizon and rootsystem.

Plot NO.	Distance from the top		0	5	10	15	20	25	30	35
	Horizon		(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)	(m)
1	腐植	Humus (cm)	2	3	2	2	4	4	4	
	A (cm)		40	45	58	38	71	56	111	
	根系 Root system	最多所 (cm) Most distributed depth	15	10	25	15	10	15	20	
		最深所 (cm) Limit of depth	35	40	32	30	35	35	40	
*2	腐植	Humus (cm)	3	3	4	5	3	5	3	
	A (cm)		67	27	36	65	67	85	77	
	根系 Root system	最多所 (cm) Most distributed depth	5	5	10	10	25	20	20	
		最深所 (cm) Limit of depth	70	50	70	70	40	50	50	
*3	腐植	Humus (cm)	3	4	4	3	3	3	3	
	A (cm)		77	61	46	32	72	77	52	
	根系 Root system	最多所 (cm) Most distributed depth	20	6	30	30	30	35	20	
		最深所 (cm) Limit of depth	60	70	50	60	50	40	55	
*4	腐植	Humus (cm)	3	2	2	1	3.5	3		
	A (cm)		42	34	53	34	42	87		
	根系 Root system	最多所 (cm) Most distributed depth	20	35	25	5	15	10		
		最深所 (cm) Limit of depth	55	65	100	100	70	60		
5	腐植	Humus (cm)	2	3	2	4	3			
	A (cm)		73	77	65	77	85			
	根系 Root system	最多所 (cm) Most distributed depth	30	27	30	30	30			
		最深所 (cm) Limit of depth	70	80	80	90	85			
*6	腐植	Humus (cm)	3	3	2	4	3	3	3	3
	A (cm)		97	117	88	81	87	67	82	72
	根系 Root system	最多所 (cm) Most distributed depth	30	25	20	15	25	25	30	10
		最深所 (cm) Limit of depth	90	100	80	100	90	90	85	60
7	腐植	Humus (cm)	2	2	3	2	2			
	A (cm)		55	38	47	38	58			
	根系 Root system	最多所 (cm) Most distributed depth	30	20	25	20	15			
		最深所 (cm) Limit of depth	40	35	40	35	30			

\* 稜線からの距離は 10 m 単位

The distance from the top is 10 m unit.



第 5 表 調査地別土壌の理学的組織  
Table 5. The soil physical properties in each plot.

Plot NO.	採取位置 Collected position	容 積 重 Volume weight	容 積 組 成 Volume composition			最大容水量 Maximum water capacity	最小容気量 Minimum air capacity	Minimum air capacity	Water
			固 体 Soild	水 Water	空 気 Air			Maximum water capacity	Maximum water capacity
			%	%	%	%	%		
1	3 ~ 9	43.54 ± 7.92	20.64 ± 3.05	43.97 ± 16.34	29.66 ± 9.48	66.48 ± 2.87	12.87 ± 7.69	20.71 ± 13.75	75.96 ± 13.08
	12 ~ 18	52.73 ± 5.30	23.80 ± 2.22	48.04 ± 3.17	28.17 ± 4.23	66.51 ± 3.38	9.69 ± 4.26	14.84 ± 7.46	73.28 ± 6.96
	27 ~ 33	48.00 ± 2.23	21.74 ± 1.45	50.27 ± 3.57	27.99 ± 4.02	67.51 ± 4.85	10.32 ± 4.26	15.75 ± 8.07	74.84 ± 8.15
2	3 ~ 9	46.37 ± 5.77	21.22 ± 2.69	54.06 ± 4.99	24.71 ± 7.24	72.68 ± 2.20	5.85 ± 3.54	8.16 ± 5.05	74.32 ± 5.56
	12 ~ 18	53.43 ± 5.35	23.28 ± 2.37	54.23 ± 4.95	22.48 ± 6.52	70.15 ± 2.83	6.70 ± 2.70	9.64 ± 4.00	77.29 ± 5.77
	27 ~ 33	43.03 ± 1.98	19.11 ± 1.64	53.87 ± 4.03	26.95 ± 5.06	75.42 ± 2.31	5.68 ± 2.90	7.63 ± 2.02	72.18 ± 4.10
3	3 ~ 9	42.98 ± 9.93	19.22 ± 3.91	45.94 ± 6.08	34.84 ± 7.54	74.80 ± 3.87	5.98 ± 2.85	8.33 ± 4.19	61.47 ± 8.37
	12 ~ 18	52.23 ± 4.48	22.47 ± 3.03	47.02 ± 3.73	30.52 ± 4.95	73.57 ± 4.22	4.11 ± 2.93	5.73 ± 4.34	62.62 ± 7.58
	27 ~ 33	40.15 ± 4.96	16.71 ± 1.84	46.64 ± 4.44	36.65 ± 3.53	78.21 ± 3.78	5.15 ± 2.24	6.70 ± 3.11	59.48 ± 3.63
4	3 ~ 9	46.61 ± 7.93	20.65 ± 3.98	47.95 ± 7.74	31.78 ± 9.57	75.17 ± 5.59	8.69 ± 3.17	12.09 ± 4.44	63.52 ± 6.17
	12 ~ 18	47.84 ± 5.38	22.99 ± 2.22	42.59 ± 7.34	34.43 ± 7.13	70.43 ± 6.29	9.02 ± 3.63	13.43 ± 6.01	60.19 ± 6.27
	27 ~ 33	46.57 ± 7.20	20.29 ± 4.03	43.80 ± 8.60	35.92 ± 7.29	75.27 ± 4.86	12.00 ± 9.90	9.86 ± 3.63	58.83 ± 7.57
5	3 ~ 9	42.94 ± 4.36	20.58 ± 1.25	40.53 ± 5.68	38.89 ± 6.40	73.03 ± 6.46	8.59 ± 5.79	12.59 ± 9.37	54.37 ± 4.64
	12 ~ 18	45.96 ± 6.55	21.57 ± 1.87	43.86 ± 3.21	34.57 ± 3.30	70.70 ± 3.60	7.73 ± 4.53	11.19 ± 6.93	62.02 ± 2.71
	27 ~ 33	36.20 ± 2.27	16.48 ± 0.98	41.05 ± 2.37	42.47 ± 2.03	73.31 ± 3.74	10.21 ± 3.25	14.12 ± 5.17	55.98 ± 1.22
6	3 ~ 9	36.86 ± 3.67	15.39 ± 3.01	40.08 ± 4.38	44.53 ± 5.36	71.83 ± 5.81	12.78 ± 5.33	18.37 ± 9.37	55.85 ± 4.70
	12 ~ 18	40.79 ± 5.54	17.10 ± 2.43	42.29 ± 3.62	40.61 ± 3.70	68.29 ± 8.84	13.39 ± 5.21	20.78 ± 4.35	63.19 ± 7.66
	27 ~ 33	35.25 ± 2.85	15.01 ± 1.66	42.89 ± 4.04	42.10 ± 4.19	72.85 ± 5.49	11.01 ± 2.66	15.36 ± 4.36	57.89 ± 3.55
7	3 ~ 9	38.36 ± 3.60	18.21 ± 2.19	42.57 ± 5.91	39.23 ± 3.84	76.63 ± 4.07	5.16 ± 4.37	6.97 ± 6.13	55.59 ± 7.29
	12 ~ 18	41.54 ± 4.66	18.59 ± 3.38	41.50 ± 3.69	39.91 ± 2.94	71.73 ± 3.60	9.68 ± 2.52	13.58 ± 4.06	57.77 ± 2.83
	27 ~ 33	37.37 ± 3.56	16.23 ± 1.92	43.92 ± 6.17	39.86 ± 6.92	73.93 ± 5.75	9.87 ± 6.77	13.96 ± 1.04	59.43 ± 7.23



### 3. 生育良好地、普通地および不良地と土壤の理学的性について

生育度合の判定は第2表の苗高成長量の総平均を求めこれを基準にしておこなった。生育良好地、普通地、不良地は第2表にそれぞれ○, △, ×印で記したが、該当地の土壤の理学的組成を比較すると第6表の如くなる。この表から各地の理学組成にかなりの差のあることが推測されるが、試みにこれらの分散分析をおこなって一様性の検定をおこなったところ付表3の如くなった。これらの有意差の認められた組成について生長不良区を対照にした平均値の差の検定をしたところ(付表3)生長良好地では容積重(12 cm~18 cm, 22 cm~33 cm), 固体量(22 cm~33 cm), 水分量(12 cm~18 cm, 27 cm~33 cm), 空気量(3 cm~6 cm, 12 cm~18 cm, 27 cm~33 cm), 最小容気量(27 cm~33 cm),  $L/W$ (3 cm~9 cm), 湿潤度(12 cm~18 cm, 27 cm~33 cm), 普通地は固体量(27 cm~33 cm), 空気量(27 cm~33 cm), 湿潤度(27 cm~33 cm)に有意の差が認められた。これらの結果から一般に生長良好地では容積重および固体量が少なく, 最小容気量,  $L/W$ が大きく湿潤度が小値をとる傾向にあることが認められた。これに反して不良地ではこれらと逆の関係にあり, 普通地では両地区のほぼ中間にあるものと考えられる。

### 4. 考 察

前述の土壤の理学的組成から本造林地の生育状態に与える影響を総括して考察すると, まず最初に通気性が良好で porous な土壤をもつ斜面および位置で生育の良好なことが分る。

通気性にも<sup>2)</sup>とも関係していると思われる理学組成として, 最小容気量,  $L/W$ , 容積重が考えられるが, 石原はこれらをトドマツ林地における根系の分布発達状態との関連において一連の研究をおこなってきた。その結果容気量の<sup>3)</sup>大なる程当該林木の根系の発達が良好となり, また $L/W$ の大なる程根系の分岐発達の<sup>3)</sup>度合が著しく増大することを認めた。Kopecky<sup>4) 5)</sup>は最小容気量の問題についてこれが6%以下の値を示すところでは植物は満足に生育し得ないと述べており, 山本はトドマツ林地における調査で生長良好地と不良地の土壤の理学的性の比較をおこなって, とくに5 cm~10 cm層の $L/W$ が影響していることを認めた。これらの事実を基にして本調査地における最小容気量,  $L/W$ をみると生育良好とみられる地域では両組成ともに大きな値(27 cm~33 cm層で, 生育良好地: 最小容気量10%,  $L/W$ 14%, 生育不良地: 最小容気量6%,  $L/W$ 9%)を示しており, ヤチダモにおいてもこの層位での根系の発達分布状態が良好であることが推測できた。そしてこの結果が影響して生育度合に変化を与えたものと考えられる。生育度よりみた $L/W$ は本調査地においても山本の調査結果と同様に3 cm~9 cmの表層に明らかな差異が認められており, ヤチダモ林においてもこの層位の $L/W$ が生長に影響することを示すものといえる。

つぎに土壤の水分量について考察すると, 前項でも明らかにした如くに湿潤度(水分量/最大容水量)が生育度に対して微妙に影響していることが分る。青木は既報の文献から種々の植物についての湿潤度について検討を加えており, その結果最適湿潤度は植物の種類および土性によって異なるが一般に50~60%が最適であろうと述べている。今泉は桑樹の生育状態を土性と湿潤度との関連から研究をおこなって, 砂質土では70%内外, 壤土では70~80%, 埴壤土の場合は80%内外の場合に生育が最良であることを認めた。本調査における湿潤度をみると生育の良好な地域と, 不良な地域では27 cm~33 cmの層位でそれぞれ58%, 68%を示し, <sup>4) 5) 6) 7)</sup>斜面別土壤においても良好斜面と不良斜面では50%前後, 70%前後を示した。今までの研究成果から推測すると両地域ともに植物の最適湿潤度を有しているものと思われるが, 本調査結果からヤチダモの最適湿潤度は50~58%のところにあるものと推定できる。この問題については今後さらに研究をおこなうことによって明らかにする必要があるが, 従来から考えられてきたヤチダモ育林上の概念, すなわち湿地に生育が可能であるという考え方に対して, 本調査結果は一つの疑問符をなげかけるものと思う。



第7表 調査地別土壌の化学的組成  
Table 7. The soil chemical properties in each plot.

Plot NO.	採取位置 Collected position	N	C	1/5 N HCl solv. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1/5 N HCl solv. K <sub>2</sub> O	1/5 N HCl solv. CaO	置換酸度 Exchangable acidity	PH (KCl)		PH (H <sub>2</sub> O)	
								平均 Average	範囲 Range	平均 Average	範囲 Range
1	3 ~ 9 <sup>cm</sup>	0.91±0.12	9.64±1.10	0.001±0.001	0.035±0.004	0.638±0.086	2.55±1.87	5.0	4.2~5.6	5.1	4.9~5.3
	12 ~ 18	1.10±0.09	11.21±0.81	0.010±0.003	0.018±0.004	0.411±0.122	2.46±0.14	4.7	4.2~5.1	5.0	4.6~5.3
	27 ~ 33	1.12±0.30	11.70±0.81	0.002±0.001	0.028±0.033	0.423±0.063	3.35±1.13	4.6	4.4~4.8	5.1	4.8~5.3
2	3 ~ 9	0.41±0.11	9.22±1.24	0.013±0.006	0.013±0.004	0.357±0.047	3.01±2.13	4.5	4.1~5.0	5.0	4.8~5.2
	12 ~ 18	0.59±0.15	10.61±1.29	0.010±0.001	0.011±0.003	0.405±0.057	5.09±3.33	4.3	4.1~4.7	5.0	4.9~5.0
	27 ~ 33	0.53±0.00	11.13±1.29	0.008±0.003	0.006±0.001	0.376±0.035	3.02±1.57	4.4	4.2~4.8	5.0	4.9~5.0
3	3 ~ 9	0.98±0.22	9.48±1.96	0.004±0.001	0.013±0.014	0.467±0.056	1.64±0.88	4.7	4.3~5.2	5.1	4.9~5.3
	12 ~ 18	0.86±0.06	9.55±1.44	0.002±0.001	0.018±0.008	0.353±0.042	1.31±0.79	4.5	4.3~4.8	5.2	5.1~5.3
	27 ~ 33	0.72±0.13	9.18±0.44	0.003±0.001	0.014±0.001	0.230±0.040	1.59±0.84	4.5	4.4~4.7	5.2	5.0~5.3
4	3 ~ 9	0.54±0.11	7.61±1.54	0.005±0.001	0.021±0.018	0.296±0.059	1.28±0.94	4.7	4.4~5.0	5.2	5.0~5.4
	12 ~ 18	0.61±0.07	7.97±1.74	0.006±0.001	0.014±0.011	0.262±0.042	2.47±2.87	4.6	4.2~4.9	5.1	5.0~5.2
	27 ~ 33	0.53±0.13	8.51±0.95	0.007±0.002	0.008±0.001	0.275±0.106	1.11±0.76	4.8	4.5~4.9	5.2	5.0~5.4
5	3 ~ 9	0.46±0.12	14.63±1.96	0.008±0.006	0.020±0.006	0.203±0.028	4.05±0.12	4.4	4.0~4.6	4.9	4.5~5.0
	12 ~ 18	0.36±0.18	13.13±1.36	0.006±0.002	0.013±0.001	0.126±0.054	2.72±1.74	4.4	4.3~4.4	4.9	4.6~5.2
	27 ~ 33	0.44±0.13	13.69±3.59	0.007±0.003	0.007±0.002	0.169±0.032	1.88±0.49	4.4	4.3~4.5	5.0	4.9~5.0
6	3 ~ 9	0.41±0.04	11.48±1.52	0.006±0.001	0.026±0.005	0.211±0.052	2.94±0.18	4.3	4.0~4.6	4.9	4.6~5.2
	12 ~ 18	0.50±0.16	11.82±2.31	0.004±0.001	0.017±0.004	0.180±0.004	3.87±2.21	4.3	4.1~4.6	4.9	4.8~5.1
	27 ~ 33	0.66±0.99	13.24±1.23	0.004±0.001	0.011±0.006	0.247±0.081	2.72±1.11	4.3	4.2~4.5	5.0	4.8~5.2
7	3 ~ 9	0.37±0.10	7.61±2.30	0.011±0.004	0.023±0.002	0.275±0.028	2.59±0.24	4.6	4.3~4.7	5.3	5.1~5.4
	12 ~ 18	0.41±0.09	11.38±1.26	0.009±0.001	0.013±0.006	0.273±0.032	2.96±2.56	4.6	4.5~4.7	5.3	5.2~5.4
	27 ~ 33	0.47±0.08	10.41±2.11	0.011±0.003	0.008±0.003	0.231±0.099	3.53±2.95	4.6	4.4~4.8	5.2	5.1~5.2

VI 土壌の化学性と生長量について

第8表 生育良好地、普通地、不良地における土壌の化学的組成  
Table 8. The soil chemical properties in the best growth, common growth, and bad growth places.

採取位置 Collected position	N	C	1/5 N HCl solv. P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	1/5 N HCl solv. K <sub>2</sub> O	1/5 N HCl solv. CaO	置換酸度 Exchangable acidity	PH (KCl)		PH (H <sub>2</sub> O)	
							平均 Average	範囲 Range	平均 Average	範囲 Range
Best growth places	3~9	11.53±2.71	0.006±0.001	0.024±0.002	0.170±0.095	2.52±1.20	4.4	4.0~5.4	4.9	4.5~5.3
	12~18	12.50±1.53	0.005±0.001	0.015±0.003	0.148±0.111	4.47±0.77	4.4	4.1~5.1	4.9	4.6~5.2
	27~33	11.47±2.05	0.005±0.002	0.011±0.004	0.143±0.066	2.25±1.63	4.4	4.2~4.8	5.0	4.8~5.2
Common growth places	3~9	8.55±2.67	0.006±0.004	0.022±0.002	0.385±0.145	1.98±0.69	4.8	4.3~6.6	5.2	5.0~5.3
	12~18	11.10±0.92	0.003±0.000	0.019±0.001	0.321±0.029	2.60±1.17	4.6	4.4~4.8	5.1	4.8~5.3
	27~33	11.02±1.32	0.005±0.002	0.013±0.002	0.364±0.021	3.37±1.01	4.6	4.3~4.8	5.1	4.9~5.2
Bad growth places	3~9	8.89±1.38	0.005±0.001	0.016±0.001	0.277±0.076	1.28±0.83	4.7	4.1~5.2	4.7	4.9~5.3
	12~18	9.83±1.94	0.005±0.002	0.010±0.005	0.253±0.106	1.19±0.50	4.5	4.1~4.8	5.2	4.9~5.3
	27~33	9.93±1.50	0.004±0.002	0.006±0.002	0.239±0.136	1.06±0.46	4.5	4.2~4.8	5.2	4.9~5.3

## 1. 斜面別土壌の化学性と生長量

斜面別土壌の化学性をみると(第7表)各斜面によって差のあることが認められるが、生長量との間には明らかな関係は見出されなかった。すなわち生長良好と認められる5, 6調査地では生長不良と認められる調査地に比して窒素量が少なく、炭素量の多い結果を示しており、また可給態( $\frac{1}{5}$  N-HCl 可溶)の P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, CaO および置換酸度についても生長良好斜面にかならずしも好条件を与えているとは断定できない。

## 2. 生育良好地、普通地、不良地と生長量について

V 3で判定した地点における化学組成を示すと(第8表)の如くなる。各斜面ともに生育地ごとに差のあることが推測できるが分散分析をおこなって一様性の検定をおこなったところ窒素(12cm~18cm, 27cm~33cm), 炭素(12cm~18cm), K<sub>2</sub>O(3cm~9cm), CaO(3cm~9cm, 12cm~18cm, 27cm~33cm), 置換酸度(12cm~18cm, 27cm~33cm)に1%の危険率で、炭素(27cm~33cm), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>(12cm~18cm), K<sub>2</sub>O(27cm~33cm)に5%の危険率でそれぞれ有意の差が認められた。つぎにこれらの有意差の認められたものについて生育不良地を対照にして平均値の差の検定をしたところ生育良好地と不良地については窒素12cm~18cm(危険率5%), 炭素(12cm~18cm(危険率1%), K<sub>2</sub>O 3cm~9cm(危険率1%), CaO 3cm~9cm(危険率5%), 置換酸度12cm~18cm(危険率1%), 普通地と不良地については炭素27cm~33cm(危険率1%)に有意の差があることが認められた。

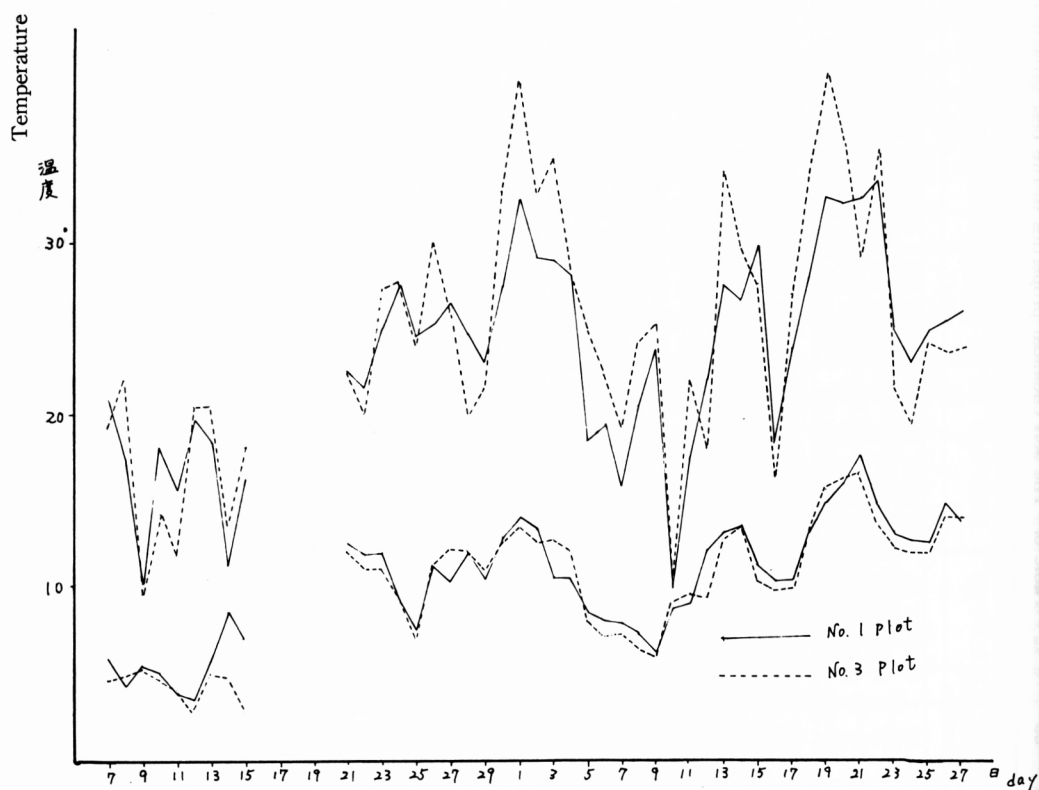
以上の事実から検討を加えるとこの場合も斜面別土壌の場合と同様に林木の栄養生理上からはきわめて矛盾した結論に到達せざるを得なかった。すなわち林木の栄養供給源としての土壌をみた場合に、本調査ではK含有量を除いて生育良好地が不良地に比してかなり劣悪な条件下にあり、化学組成のみからは生長量に結びついた結論は導けなかった。

## VII 微気象と生長量について

一般に広葉樹の上長成長は針葉樹のそれに較べて生長期の初期に旺盛であることが知られているが、P. Kienholz<sup>8)</sup>, J. P. Johnston<sup>9)</sup>, T. T. Kolzowski<sup>10)</sup> は実際に広葉樹の上長生長についての調査をおこなって年間上長生長量の90%が生育初期の30日~60日間で完成されることを認めた。ヤチダモについて酒瀬川<sup>11)</sup>が京都大学北海道演習林で調査をおこなって6月~7月ではほぼ上長生長の完成することを認めてきた。本調査ではこれらの文献をもとにして前述の如く6月~7月の2カ月を生長最盛期とみなして、1, 3調査地の温度および湿度を測定して、微気象の変化と上長生長量との関連性について調査した。

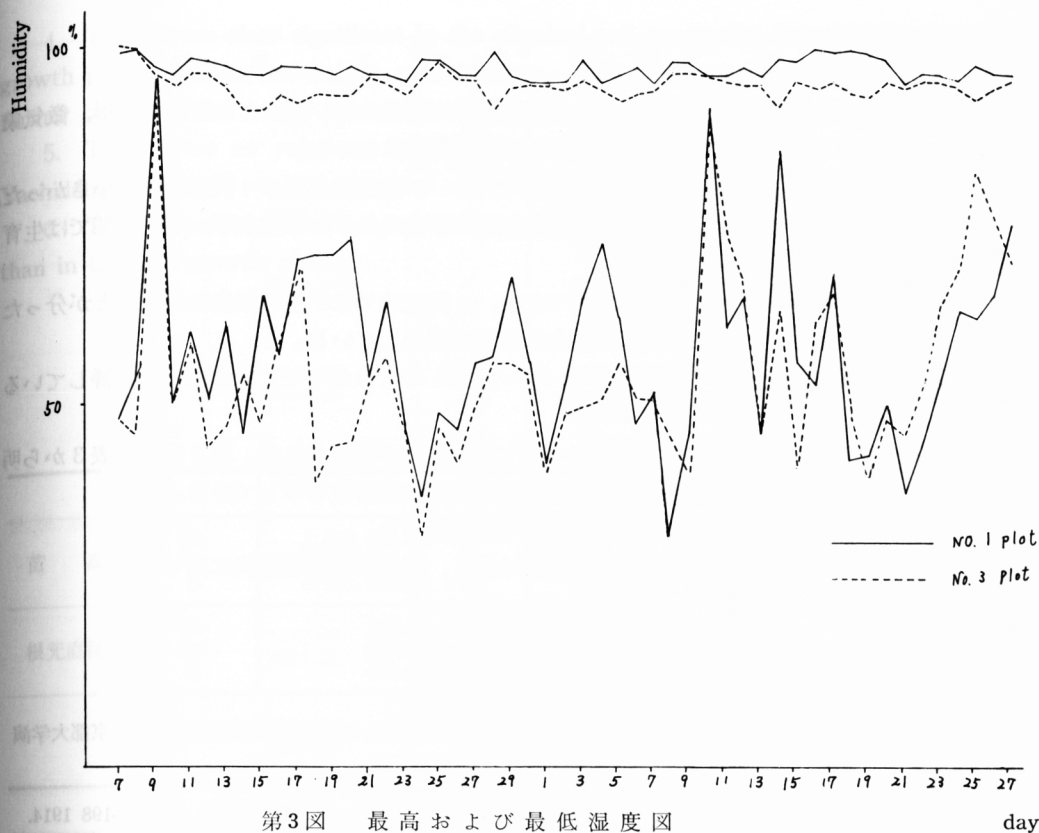
第2, 3図は両調査地点における温度および湿度を、第4図は両地点における最高温度差、最高湿度差を図示したものであるが、これらの図から上長生長の良好な3調査地は、これの不良な1調査地に比して温度は高めであり、逆に湿度は低めの傾向にあることがわかった。

一般に植物の生育は多数の環境因子の錯綜した働きによって影響されるものであり、したがって本調査において判明した生育良好地と不良地のこれらの微気象差が直ちにそのまま両地区の生長に影響するものとは断定し難いが、両地区の土壤の理化学的組成と共に温度差および湿度差も上長生長に何らかの影響を与えているものと推測できよう。



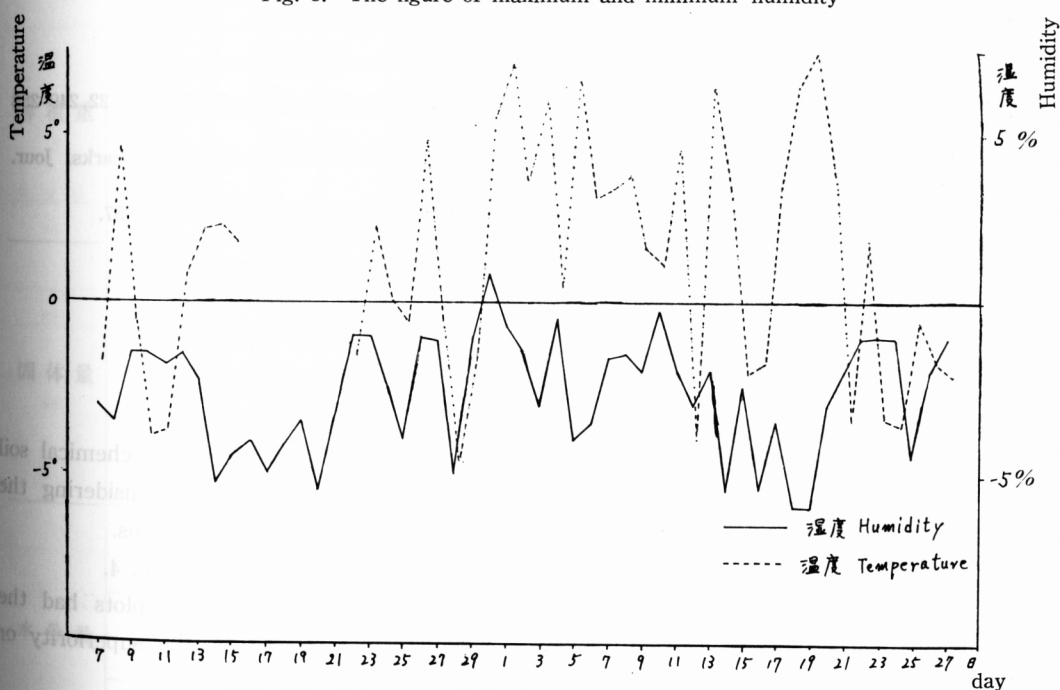
第2図 最高および最低温度図

Fig. 2. The figure of maximum and minimum temperature.



第3図 最高および最低湿度図

Fig. 3. The figure of maximum and minimum humidity



第4図 温度および湿度較差図

Fig. 4. The figure of the differences of temperature and humidity between plot 1 and plot 3.

## VIII 摘 要

人工造林地土壌における理化学性とヤチダモの生長量との関係について、これを微細地形、微気象と関連づけて調査をおこなった結果つぎのようなことが明らかになった。

1. 生長量は東北および北斜面の3, 5, 6調査地で大きい。南南西斜面の4調査地では小さかった。また山腹位置別に見ると陵線および山腹下部では生育が不良であり、峯通り下、沢の上部では生育が良好であった。
2. 斜面別土壌の理化学性は5, 6調査地で良好であり、4調査地では不良の傾向にあることが分った。これは該当調査地における上長生長量の度合に密接に関係している。
3. 土壌の層位別の理化学性のうちでは表層下27 cm~33 cmのものがもっとも支配的に影響しているように思われる。
4. 良好生育地、普通地、不良地の理化学組成について顕著な差が認められた。第6表、付表3から明らかのように前者は後者よりも通気性および湿潤度の良好な理化学性を示している。
5. 化学組成と生長量との間には密接な関係は認められなかった。
6. 生育良好な斜面は不良斜面に比して一般に温度は高く、湿度は低めの傾向にあった。

## 参 考 文 献

1. 中江篤記・酒瀬川武五郎・辰巳修三：京都大学北海道演習林におけるヤチダモの育林学的研究。京都大学演習林報告 No. 29
2. 石原供三・松井善喜：根系よりみたるトドマツの育林学的考察 日林講（昭和13年）
3. Kopecky, J. : Die physikalischen Eigenschaften des Bodens Intern. Mitt. Bodenk. 4, 138-198 1914.
4. 山本肇：枝幸地方における土壌とトドマツ生育との関係について 林業試験場北海道支場 年報 1958
5. —：アカエゾマツ人工林土壌について 林業試験場北海道支場 年報 1959
6. 青木茂一：土壌と植生
7. 今泉吉郎：農業及び園芸 31 77 1956
8. Kienholz, R. : Seasonal course of height growth in some hardwoods in Connecticut. Ecol. 22, 249-258 1914
9. Johnston, J. P. : Height growth periods of oak and pine reproduction in the Missouri Ozarks. Jour. Forstry 39, 67-68 1941.
10. Kolzowski, T. T. : Seasonal height growth of deciduous trees. Forest Sci. 3, 168-174 1957.
11. 酒瀬川武五郎：未発表
  - Coile, T. S. : Soil and the growth of forests. Advances in Agronomy IV 1954.
  - Kolzowski, T. T. : Tree growth 1962.

## Résumé

At Toro district in Hokkaido, we investigated the effect of the physical and chemical soil properties in the artificial afforested stand on the growth of Yachidamo, considering the micro-geographical position. The followings are the results of these investigations.

1. The height growth at No. 3, No. 5, No. 6, plots were better than in No. 4.
2. Comparing the physical soil properties in each slope, No. 5 and No. 6 plots had the better physical soil properties than No. 4 plot. These results related to the superiority or inferiority of the height growth in each slope.
3. The physical soil properties in 27 ~ 33 cm depth effected the most intensely on the height growth.

4. There were clear significant in the physical soil properties between the good height growth places and the bad height growth places. We understood from this result that the former place had the better aeration and moisture than the latter.

5. There were no relations between the chemical soil properties and the growth of Yachidamo.

6. The temperature was heigher and the humidity was lower in the good growth slope than in the bad growth places.

付 表

付 表 1

	要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比	判 定
苗 高	Sb	1,628,066.15	6	271,344.35		**
	Sw	3,303,798.41	1,114	2,965.71		
	S	4,931,864.56				
根元直径	Sb	117.55	6	19.60	60.47	**
	Sw	347.03	1,072	0.32		
	S	464.58				

付 表 2

		要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比	判 定
容 積 重	cm 3~9	Sb	547.2990	6	91.2165	1.902	
		Sw	1,822.3991	38	47.9578		
		S	2,369.6981				
	12~18	Sb	1,177.6414	6	196.2736	7.191	**
		Sw	1,064.5367	39	27.2958		
		S	2,242.1781				
固 体 量	27~33	Sb	1,017.0873	6	169.5146	10.932	**
		Sw	589.2434	38	15.5064		
		S	1,606.3307				
	3~9	Sb	4,587.4961	6			
		Sw	353.5793	38			
		S					
水 分 量	12~18	Sb	283.0875	6	47.1813	7.157	**
		Sw	257.1112	39	6.5926		
		S	540.1987				
	27~33	Sb	251.1062	6	41.8510	9.405	**
		Sw	173.5391	39	4.4497		
		S	424.6453				
水 分 量	3~9	Sb	967.9946	6	161.3324	1.783	
		Sw	3,437.9827	38	90.4732		
		S	4,405.9773				
	12~18	Sb	833.5631	6	138.9272	7.069	**
		Sw	766.4903	39	19.6536		
		S	1,600.0534				
水 分 量	27~33	Sb	813.8376	6	135.6396	5.242	**
		Sw	1,009.2282	39	25.8776		
		S	1,823.0658				



		要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比	判 定
空 気 量	cm 3 ~ 9	Sb Sw S	1,882.6671 2,002.2614 3,884.9285	6 38	313.7779 52.6911	5.955	**
	12~18	Sb Sw S	1,755.3377 952.2241 2,707.5618	6 39	292.5563 24.4160	11.982	**
	27~33	Sb Sw S	1,619.2908 974.0099 2,593.3007	6 39	269.8818 24.9746	10.806	**
最 大 容 水 量	3 ~ 9	Sb Sw S	395.0456 1,073.3425 1,468.3881	6 38	65.8409 28.2459	2.331	
	12~18	Sb Sw S	219.2010 1,078.5211 1,297.7221	6 39	36.5375 27.6544	1.321	
	27~33	Sb Sw S	450.0800 2,306.7488 2,756.8288	6 38	75.0133 60.7039	1.236	
最 小 容 気 量	3 ~ 9	Sb Sw S	421.2967 844.3695 1,265.6662	6 35	70.2161 24.1248	2.911	*
	12~18	Sb Sw S	369.5819 561.3062 930.8881	6 38	61.5969 14.7712	4.170	**
	27~33	Sb Sw S	262.1119 778.8394 1,040.9513	6 36	43.6853 21.6344	2.019	
Amin Wmax	3 ~ 9	Sb Sw S	1,118.4839 2,327.8297 3,446.3136	6 35	186.4140 66.5094	2.803	*
	12~18	Sb Sw S	974.9914 2,283.2716 3,258.2630	6 38	162.4986 60.0861	2.704	*
	27~33	Sb Sw S	909.2414 1,391.8102 2,301.0516	6 36	151.5402 38.6614	3.920	**
W Wmax	3 ~ 9	Sb Sw S	3,033.4567 2,160.8148 5,194.2715	6 38	505.5761 56.8635	8.891	**
	12~18	Sb Sw S	6,290.4665 1,455.6050 7,746.0715	6 39	1,048.4111 37.32322	8.090	**
	27~33	Sb Sw S	2,294.0107 1,215.9229 3,509.9333	6 39	382.3351 31.1775	12.263	**

付 表 3

	深 度	要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比	判 定
容 積 重	cm 3 ~ 9	Sb Sw S	182.3007 1,467.4467 1,649.7474	2 28	91.1504 52.4008	1.739	
	12~18	Sb Sw S	351.8315 1,397.7432 1,749.5747	2 29	175.9158 48.1980	3.650	*
	27~33	Sb Sw S	224.8321 666.7685 891.6006	2 29	112.4161 22.9920	4.889	*
固 体 量	3 ~ 9	Sb Sw S	53.7533 369.1782 422.9315	2 30	26.8767 12.3059	2.184	
	12~18	Sb Sw S	59.7789 395.3175 455.0964	2 31	29.8895 12.7522	2.344	
	27~33	Sb Sw S	106.9164 181.9564 288.8728	2 31	53.4582 5.8696	9.108	**
水 分 量	3 ~ 9	Sb Sw S	311.7206 1,527.9431 1,839.6637	2 30	155.8603 50.9314	3.060	
	12~18	Sb Sw S	15,250.4135 715.0886 15,965.5021	2 31	7,625.2068 23.0674	330.5620	**
	27~33	Sb Sw S	311.6648 1,050.1908 1,361.8556	2 31	155.8324 33.8771	4.600	*
空 气 量	3 ~ 9	Sb Sw S	1,591.9979 1,325.4956 2,917.4935	2 30	795.9989 44.1832	18.016	**
	12~18	Sb Sw S	542.0843 1,206.5055 1,748.5898	2 31	271.0422 38.9195	6.934	**
	27~33	Sb Sw S	788.4931 1,191.8597 1,980.3558	2 31	394.2481 38.4471	10.254	**
最 大 容 水 量	3 ~ 9	Sb Sw S	82.2220 846.7068 928.9288	2 30	41.1110 28.2236	1.457	
	12~18	Sb Sw S	76.9960 764.3609 841.3569	2 31	38.4980 24.6568	1.561	
	27~33	Sb Sw S	19.5108 1,174.6853 1,194.1961	2 31	9.7554 37.8931		



	深 度	要 因	平 方 和	自 由 度	分 散	分 散 比	判 定
最 小 容 氮 量	3 ~ 9	Sb Sw S	612.5098 424.4727 1,036.9825	2 29	306.2549 14.6370	20.9233	**
	12~18	Sb Sw S	164.2544 686.1001 850.3545	2 30	82.1272 22.8700	3.591	*
	27~33	Sb Sw S	93.6049 345.4133 439.0182	2 30	45.8025 11.5138	4.065	*
Amin Wmax	3 ~ 9	Sb Sw S	1,546.6141 1,137.6116 2,684.2257	2 29	773.3071 39.2280	19.713	**
	12~18	Sb Sw S	378.5566 2,095.4983 2,474.0549	2 31	139.2783 69.8499	1.990	
	27~33	Sb Sw S	164.5635 790.9225 955.4860	2 31	81.2818 26.3641	3.121	
W Wmax	3 ~ 9	Sb Sw S	486.1650 2,555.0656 3,041.2306	2 30	243.0825 85.1689	2.854	
	12~18	Sb Sw S	1,185.9269 4,960.2925 6,146.2194	2 31	592.9635 160.0094	3.706	*
	27~33	Sb Sw S	732.4915 1,516.0420 2,248.5335	2 31	336.2458 48.9046	7.489	

付 表 4

	自由度	平 均	平 方 和	$w^2$	$w$	$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{w}$	$t$
不 良 地	13	51.05	506.9672				
良 好 地	9	43.44	370.3052				
(容積重 12~18cm)	22	7.61	877.2724	39.8760	6.32	1.20	2.90 **
不 良 地	13	42.91	417.4744				
良 好 地	9	36.97	103.8401				
(容積重 27~33cm)	22	5.94	521.3145	23.6961	4.87	1.22	2.94 **
不 良 地	13	19.66	59.1681				
良 好 地	9	15.61	22.3047				
(固体量 27~33cm)	22	4.01	117.4728	5.3397	2.31	1.75	4.22 **
不 良 地	13	19.66	95.1681				
普 通 地	9	16.70	60.4175				
(固体量 27~33cm)	22	2.93	155.5856	7.0721	2.66	1.11	2.68 *

	自由度	平 均	平 方 和	$w^2$	$w$	$\frac{\bar{x} - \bar{y}}{w}$	$t$
不 良 地	13	48.40	504.8682				
良 好 地	9	41.95	85.1582				
(水 分 12~18cm)	22	6.44	591.0264	26.8648	5.18	1.24	2.99 **
不 良 地	13	50.69	644.3693				
良 好 地	9	43.65	99.9735				
(水 分 27~33cm)	22	7.04	744.3428	33.8338	5.82	1.21	2.92 **
良 好 地	91	40.56	311.5310				
不 良 地	3	30.85	1,312.8421				
(空 气 3~9 cm)	22	9.71	1,624.3731	73.8351	8.59	1.13	2.72 *
良 好 地	9	38.90	578.2323				
不 良 地	13	29.27	232.0314				
(空 气 12~18cm)	22	9.63	810.2637	36.8302	6.07	1.59	3.83 **
良 好 地	9	40.74	85.1452				
不 良 地	13	29.62	645.9180				
(空 气 27~33cm)	22		732.0332	33.2755	5.77	1.93	4.65 **
普 通 地	9	37.32	458.4817				
不 良 地	13	29.62	645.9180				
(空 气 27~33cm)	22	7.70	1,104.3997	50.2000	7.09	1.09	2.63 *
良 好 地	9	10.21	92.9237				
不 良 地	12	6.14	132.7381				
(最 小 容 量 27~33cm)	21	4.07	225.6618	10.7458	3.28	1.24	2.95 **
不 良 地	12	68.41	1,004.3729				
良 好 地	9	60.67	192.5357				
(水/Wmax 12~18cm)	21	7.74	1,195.9086	56.9956	7.55	1.03	2.45 *
不 良 地	12	68.69	918.8089				
良 好 地	9	58.09	68.0875				
(水/Wmax 27~33cm)	21	10.60	983.8934	46.9951	6.86	1.55	3.80 **
不 良 地	12	68.69	918.8089				
普 通 地	9	60.93	521.1150				
(水/Wmax 27~33cm)	21	7.73	1,439.9239	68.5578	8.28	0.93	2.28 *
良 好 地	9	17.93	716.0955				
不 良 地	12	10.97	1,157.5101				
(Air/Wmax 3~6cm)	21	6.96	1,873.6057	89.2193	9.45	0.74	2.18 *



生育不良地 (第4調査地)



生育不良地 (第1調査地)



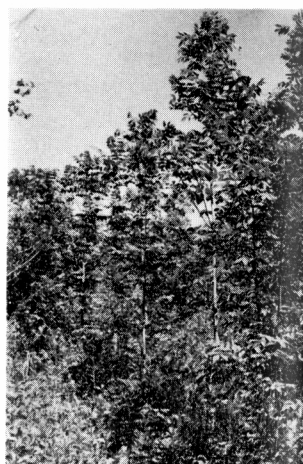
生育不良区植生



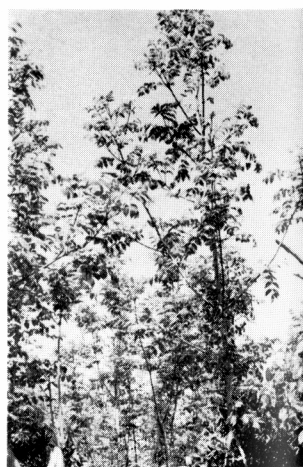
生育良好区植生



生育良好木 (第6調査地)



生育良好木 (第5調査地)



生育不良地 (第7調査地)